

⑤ Int. Cl. 3 = Int. Cl. 2

Int. Cl. 2:

**B 41 J 3/04**

⑱ **BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**

**DEUTSCHES PATENTAMT**



*Patentreueigentum*

**DE 29 05 063 A 1**

⑪

# **Offenlegungsschrift 29 05 063**

⑫

Aktenzeichen: P 29 05 063.3

⑬

Anmeldetag: 10. 2. 79

⑭

Offenlegungstag: 14. 8. 80

⑳

Unionspriorität:

⑳ ㉑ ㉒

⑤④

Bezeichnung:

Anordnung zur Vermeidung des Ansaugens von Luft durch die Düsen eines Spritzsystems

⑦①

Anmelder:

Olympia Werke AG, 2940 Wilhelmshaven

⑦②

Erfinder:

Zeising, Norbert, Dipl.-Phys., 2940 Wilhelmshaven

**DE 29 05 063 A 1**

Anordnung zur Vermeidung des Ansaugens von Luft durch die  
Düsen eines Spritzsystems

Patentansprüche:

1. Anordnung zur Vermeidung des Ansaugens von Luft durch die Düse eines Spritzsystems während der Saugphase eines Tinte tropfenweise auf eine Oberfläche übertragenden Tintenspritz-Schreibkopfes, der zumindest ein durch eine Membran in zwei Kammern mit sich gegensinnig änderbaren Volumina aufgeteiltes Spritzsystem aufweist, wobei die Kammern über einen Tinten-zulauf aus einem Reservoir mit Tinte versorgt werden und eine Kammer mit einer Düse fließverbunden ist und die andere Kammer einen Druckerzeuger aufweist zum Beaufschlagen der Membran, da durch gekennzeichnet, daß die Membran (6) mit einer Durchgangsbohrung (10) versehen ist, daß um diese ein Dichtring (11) gelegt ist und daß der Druckerzeuger (7) mit einem in Schwingbewegung versetzbaren Bereich (12) gegen den Dichtring gelegt ist derart, daß die Durchgangsbohrung in Ruhelage des Druckerzeugers und in der Zeit der einen Tropfenausstoß bewirkenden Auslenkung geschlossen gehalten wird.
2. Anordnung nach Anspruch 1, da durch gekennzeichnet, daß das Durchgangsloch (10) in der Membran (6) im wesentlichen zentrisch zur Düse (9) liegt.
3. Anordnung nach Anspruch 1, da durch gekennzeichnet, daß das Durchgangsloch (10) in der Membran (6) im wesentlichen im Zentrum der Membran liegt.

- 2 -

4. Anordnung nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n - z e i c h n e t , daß der Druckerzeuger (7) ein einseitig eingespannter Biegeschwinger ist.
5. Anordnung nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n - z e i c h n e t , daß zumindest ein dem Druckerzeuger (7) gleicher Druckerzeuger (13) in der Kompressionskammer (5) eingebracht ist, der in seinem nicht erregten Zustand gegen die Membran (6) gelegt ist und für eine Auslenkung dieser in Zeiten des Betriebes durch einen angelegten Impuls vorübergehend in einer von der Membran abgehobenen Stellung gehalten wird.

- 3 -

030033/0384

Die Erfindung betrifft eine Anordnung zur Vermeidung des Ansaugens von Luft durch die Düsen eines Spritzsystems während der Saugphase eines Tinte tropfenweise auf eine Oberfläche übertragenden Tintenspritz-Schreibkopfes.

Derartige Tintenspritz-Schreibköpfe weisen über einen Tintenzulauf aus einem Tintenreservoir versorgte Spritzsysteme auf mit einer Kompressionskammer und einer mit dieser fließverbundenen Düse. In der Kompressionskammer bzw. auf diese wirkend ist ein Erzeuger für kurzzeitige Druckanstiege eingelassen. Beim Beaufschlagen des Druckerzeugers verformt sich ein Wandungsteil und das Volumen der Kompressionskammer verkleinert sich in der Weise, daß ein Tintentropfen aus der Düse ausgestoßen wird. Kehrt der Druckerzeuger und mit diesem der membranartige Wandungsteil in die Ruhelage zurück, wird ein Unterdruck in dem System erzeugt, der sich über den Tintenzulauf und die gegen die Atmosphäre offene Düse ausgleicht. Hierbei kommt es zu einem Wandern des Tintenspiegels innerhalb der Düse in das Tintensystem und somit zu einem Eindringen von Luft. Diese führt in der Regel zum Ausfall des Systems und somit zu einer Verschlechterung des erzeugten Schriftbildes.

Aus der DE-AS 24 48 341 ist eine Anordnung zur Vermeidung des Ansaugens von Luft durch die Düse eines Spritzsystems bereits bekanntgeworden, wobei von einem Tintenspritz-Schreibkopf der zuvor beschriebenen Art ausgegangen wurde. Hierbei ist die mit Tinte gefüllte Kammer durch einen elastischen Wandungsteil in eine dem Druckerzeuger und in eine der Düse zugeordnete Kammer aufgeteilt. Diese stehen untereinander und mit dem Tintenreservoir über den Zulauf in Fließverbindung. Der Druckerzeuger besteht aus einem mit einer

030033/0384

LANGUARD GAT

Spannung beaufschlagbaren Keramikschwinger, der von der elastischen Wandung getragen wird. Bei dessen Ansteuern kommt es zu einem Auslenken der elastischen Wandung in den der Düse zugeordneten Kammerteil und somit zum Ausstoß eines Tintentropfens aus der Düse. Der dem Druckerzeuger zugeordnete Kammerteil vergrößert sich im gleichen Maße und füllt sich hierbei über den Tintenzulauf mit Tinte auf. Beim Zurückweichen der membranen Wandung in der für den der Düse zugeordneten Wandungsteil einsetzenden Saugphase fließt Tinte in diese aus dem sich nunmehr verkleinernden, dem Druckerzeuger zugeordneten Raum. Ein Rückfließen von Tinte in den Tintenzulauf aus den dem Druckerzeuger und der Düse zugeordneten Kammern wird durch Fluiddioden unterbunden. Da diese Dioden im wesentlichen nur einem erhöhten Strömen von Tinte entgegenwirken, ist ein rückläufiges Strömen und somit ein Remanenzverhalten des Systems nicht völlig auszuschließen.

Es ist Aufgabe der Erfindung, Schwingungen des Tintenmeniskus in der Düse in Zeiten der Nichterregung des Druckerzeugers zu unterbinden. Das gilt sowohl für das Nachschwingen des Tintenmeniskus als Folge der sich nach jedem Tropfenausstoß einstellenden Druckverhältnisse als auch für als Folge von Beschleunigungen entstehenden Druck- und/oder Saugimpulsen in der Tintenversorgung.

Diese Aufgabe wird bei einem Tintenschreibkopf der im Oberbegriff des Anspruchs 1 angegebenen Art gelöst durch die in dessen Kennzeichen angegebenen Merkmale. Die Kennzeichen der weiteren Ansprüche dienen der vorteilhaften Ausgestaltung des Erfindungsgedankens.

Es ist zwar aus dem Technical Disclosure Bulletin Vol. 14, No. 3, Aug. 1971, Seite 914 ein Tintenspritz-Schreibkopf bekanntgeworden

030033/0384

BAD ORIGINAL

- 5 -

mit einer von einem Keramikschwinger beaufschlagbaren Membran. Das tropfenerregende System weist jedoch nur eine Kompressionskammer auf, so daß ein Nachsaugen und Bereitstellen von Tinte für den zunächst aus der Düse auszustoßenden Tropfen nicht schon in der Druckphase, sondern erst mit der sich daran anschließenden Saugphase erfolgt. Der Tintenspritz-Schreibkopf weist eine hohe Remanenz auf und erfordert eine unverhältnismäßig lange Düse.

Demgegenüber weist die Erfindung eine Reihe erfindungswesentlicher Vorteile auf. Der Tintenzulauf braucht in seinem Querschnitt nicht hinsichtlich eines bestimmten Strömungsverhaltens dimensioniert zu werden. Druckerzeuger und Membran sind mechanisch entkoppelt. Die Membran kann unter den vorherrschenden Druckverhältnissen in ihre Ruhelage zurückkehren. Derartig aufgebaute Tintenspritz-Schreibköpfe lassen sich im Gegensatz zu solchen der eingangs genannten Art derart gestalten, daß sie im Durchlaufverfahren gefüllt werden können. Als besonders vorteilhaft ist die Anordnung von Düse und Durchgangsbohrung in der Membran in einer Flucht anzusehen, da hier in überraschender Weise zusätzlich auf den Flüssigkeitsspiegel in der Düse sich stabilisierend auswirkende Strömungen bemerkbar machen. Die Tintenzuführung wird während der Ruhe- und Druckphasen geschlossen gehalten. Aus der Tintenversorgung als Folge von Ortsveränderungen des Tintenschreibwerkes, als Folge unsachgemäßer Handhabung und als Folge von Beschleunigungsbewegungen und dergleichen auftretende Druck- und Saugimpulse in der Tinte können sich auf den Flüssigkeitsspiegel in der Düse nicht auswirken.

Im folgenden soll die Erfindung unter Rückbeziehung auf die in der Zeichnung dargestellten beispielhaften Ausführungsformen beschrieben werden. Dabei zeigen in starken Vergrößerungen:

Figur 1 ein Tintenspritzschreibsystem im Ruhezustand in einer Anordnung nach der Erfindung,

- 6 -

030033/0384

BAM ORIGINAL

Figur 2 das Tintenspritzschreibsystem während der Druckphase,

Figur 3 das Tintenspritzschreibsystem während der Saugphase,

Figur 4 ein Tintenspritzschreibsystem mit zusätzlichen Druckerzeugermitteln in Ruhestellung und

Figur 5 das Tintenspritzschreibsystem mit den zusätzlichen Mitteln in Betriebsstellung.

In den Figuren ist ein Tintenschreibsystem in starker Vergrößerung dargestellt worden. Ein Tintenschreib-Spritzkopf kann aus mehreren derartiger Systeme gebildet werden, wobei die Düsen als Austrittsöffnungen für die Tintenabgabe in einer oder mehreren und dann zueinander parallelen Reihen untereinander angeordnet sein können. Die mit derartigen Schreibsystemen ausgerüsteten Tintenspritz-Schreibköpfe sind aus Platten sandwichartig aufgebaut. Jede andere Ausführungsform auch hinsichtlich der Lage der Kammern in den Köpfen kann durch konstruktive Maßnahme erreicht werden. Die Kanäle und Kammern können beispielsweise auf fotoätztechnischem Wege in die Aufbauplatten des Tintenschreibkopfes eingearbeitet worden sein. Das Tintenschreibsystem nach der Erfindung sieht einen in Aufbauplatten 1<sub>1</sub> ... 1<sub>8</sub> sandwichartig aufgebauten Tintenschreibkopf vor. In die Aufbauplatte 1<sub>1</sub> sowie in die Aufbauplatte 1<sub>2</sub> ist ein Tintenzulaufkanal 2 eingearbeitet worden. Gegen die Aufbauplatte 1<sub>1</sub> kann eine weitere Aufbauplatte zur Aufnahme beispielsweise einer allgemeinen Tintenversorgungskammer gegengelegt sein. Diese Aufbauplatte wurde nicht gezeigt und auch weitere technische Einzelheiten sind nicht dargestellt worden, soweit sie nicht erfindungswesentlich sind. In die Aufbauplatten 1<sub>2</sub> bis 1<sub>6</sub> ist eine Kammer 3 eingebracht worden. Diese Kammer ist durch eine zwischen die

Aufbauplatten 1<sub>5</sub> und 1<sub>6</sub> eingefügte Membran 6 in zwei Teilkammern 4 und 5 unterteilt. Der linke Teil der Aufbauplatte 1<sub>4</sub> ist durch einen Druckerzeuger 7 ersetzt worden, der beispielsweise aus einem piezoelektrischen Keramikschwinger bestehen kann. Über Anschlüsse 8 ist dieser ansteuerbar. Die Kammer 3 wird durch die Aufbauplatten 1<sub>1</sub> und 1<sub>7</sub> verschlossen gehalten. In die Aufbauplatten 1<sub>7</sub> und 1<sub>8</sub> ist eine Düse 9 eingelassen worden. Die Membran 6 weist in ihrem mittlerem Abschnitt ein Durchgangsloch 10 auf. Das Durchgangsloch steht der Düse 9 gegenüber. Das Durchgangsloch 10 wird von einem Ring 11 berandet. Der Keramikschwinger 7 ist mit einem schwingenden Teil 12 gegen den Ring 11 in einer das Durchgangsloch 10 schließenden Weise gelegt.

Beim Ansteuern des Druckerzeugers 7 aus einer Endstufe (nicht gezeigt) über die elektrischen Anschlüsse 8 biegt sich dieser entsprechend seiner Polarisierung (bei Verwendung eines Keramikschwingers) in der einen oder anderen Richtung durch. Zum Erzeugen einer Druckphase in der Teilkammer 5 muß sich dieser in der Weise durchbiegen, daß er über den Ring eine Verstellung der Membran in Art einer Durchbiegung in die Teilkammer 5 bewirkt. Während dieses Zeitraumes ist der Ring gleichfalls verschlossen und die in der Teilkammer 5 verdrängte Tintenmenge tritt als Tropfen geringsten Durchmessers aus der Düse 9 aus.

Als Folge des Zurückschwingens des Druckerzeugers z. B. beim Anlegen einer Spannung mit umgekehrtem Potential schwingt der Druckerzeuger in umgekehrter Richtung und hebt von dem Ring 11 ab, so daß das Durchgangsloch 10 frei wird. Als Folge ihres Schwingvermögens kehrt die Membran 6 in ihre Ruhestellung zurück, während Tintenflüssigkeit über das Durchgangsloch 10 aus der Teilkammer 4 in die Teilkammer 5 fließt. Es versteht sich, daß der Ring 11 Teil der Membran 6 und mit dieser zugleich geformt



sein kann. Die an die Teilkammer 5 über das Durchgangsloch 10 aus der Teilkammer 4 abgegebene Tintenmenge ergänzt sich über den Tintenzulaufkanal 2 aus einem Tintenreservoir (nicht gezeigt) während des Ausstoßens eines Tintentropfens, also während einer Auslenkung der Membran 6 in die Teilkammer 5.

Zusätzlich zu den in den Figuren 1 bis 3 dargestellten Mitteln zur Erzeugung von Tintentropfen weist der Tintenspritz-Schreibkopf in den Figuren 4 und 5 zwei weitere Druckerzeuger 13 auf, die derart angeordnet sind, daß sie im Bereich ihrer Einspannstelle 14 an der Membran 6 anliegen. Beim Anlegen eines Signales an die Anschlüsse 15 werden sie als Folge ihres Biegeverhaltens von der Membran in den Kompressionsraum 5 geführt (Fig. 5) und geben somit die Membran 6 frei.

Die bzw. bei Verwendung eines einzelnen Druckerzeugers 13 ein einzelner Druckerzeuger liegt entsprechend Figur 4 mit dem jeweils schwingenden Teil 16 an der Membran 6 an und unterbindet hierdurch eine Auslenkung dieser als Folge von in die Tintenversorgung eingebrachten Stoß- und Saugimpulsen, wie sie als Folge einer unsachgemäßen Handhabung des Schreibwerkes beim Transport entstehen können.

030033/0384

- 9 -  
Leerseite

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

Nummer: 29 05 063  
 Int. Cl. 2: B 41 J 3/04  
 Anmeldetag: 10. Februar 1979  
 Offenlegungstag: 14. August 1980

2905063

FIG. 1

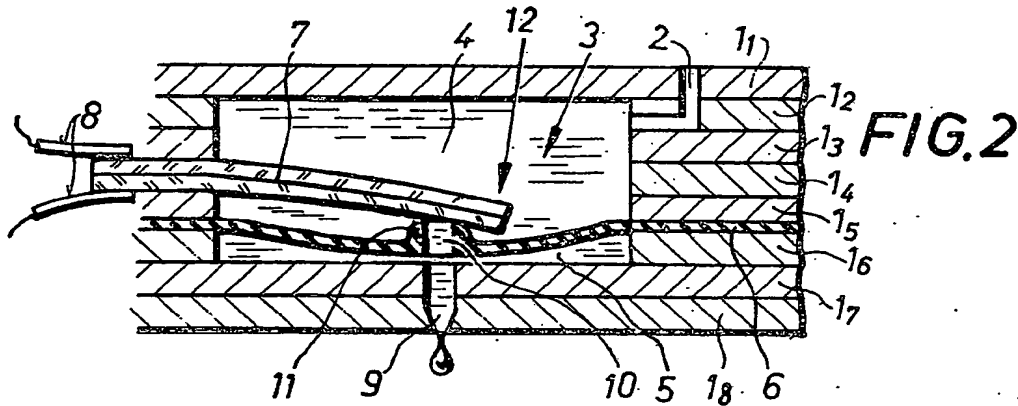
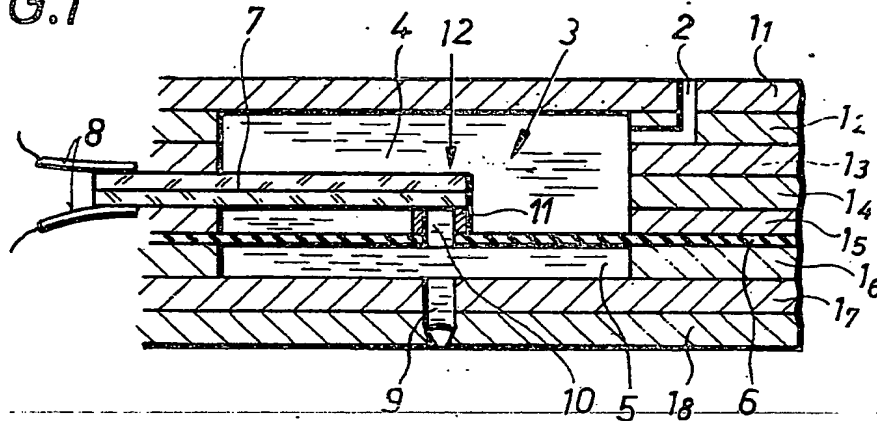
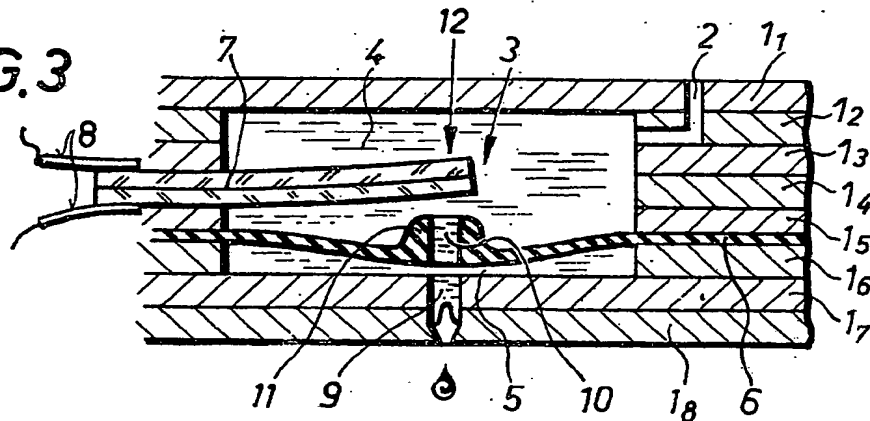


FIG. 3



030033/0384

Olympia Werke AG.  
 PS1722 *Plu*

FIG. 4

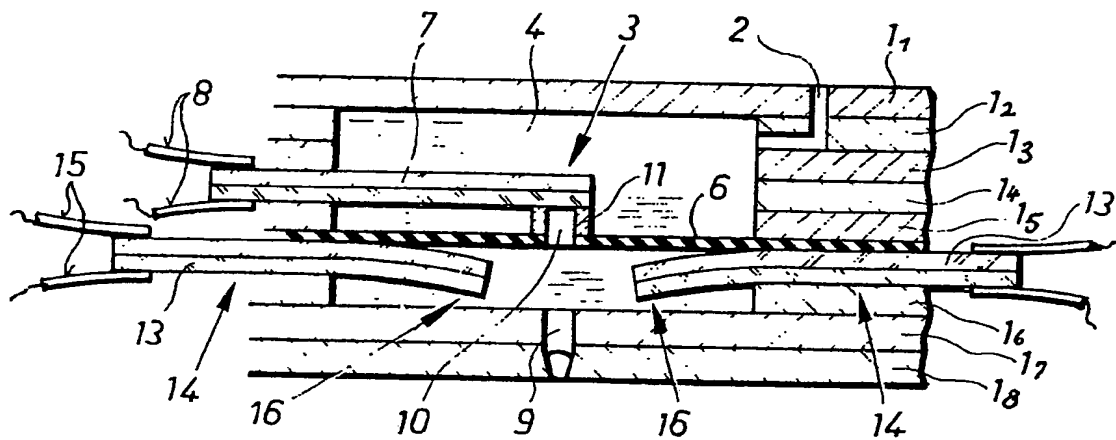
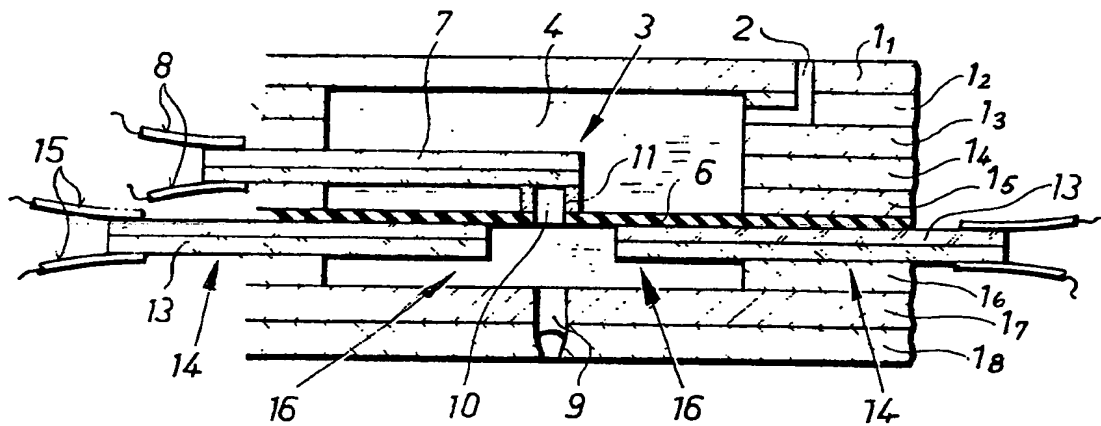


FIG. 5

030033/0384

Olympia Werke AG.  
PS 1722 *H. H. H.*

PCT

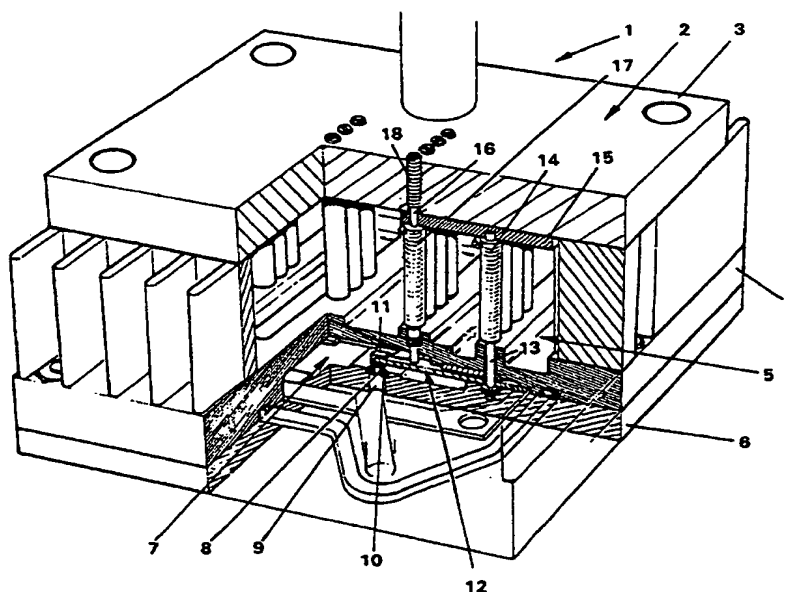
WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION  
International Bureau



INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

(51) International Patent Classification 5 : <b>B41J 2/04</b>		(11) International Publication Number: <b>WO 94/18010</b>
<b>A1</b>		(43) International Publication Date: 18 August 1994 (18.08.94)
(21) International Application Number: PCT/GB94/00155 (22) International Filing Date: 27 January 1994 (27.01.94) (30) Priority Data: 9302170.7 4 February 1993 (04.02.93) GB (71) Applicant (for all designated States except US): DOMINO PRINTING SCIENCES PLC [GB/GB]; Bar Hill, Cambridge CB3 8TU (GB). (72) Inventors; and (75) Inventors/Applicants (for US only): SHUMANN, Matthew, Alexander [GB/GB]; 12 Neal Close, Cherry Hinton, Cambridge CB1 3LE (GB). MILLER, Anne, Tregoning [GB/GB]; 7 North Cottages, Trumpington Road, Cambridge CB2 2EZ (GB). TEAPE, John, William [GB/GB]; 53 Warren Road, Cambridge CB4 1LL (GB). (74) Agent: GILL JENNINGS & EVERY; Broadgate House, 7 Eldon Street, London EC2M 7LH (GB).		(81) Designated States: JP, US, European patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).  Published With international search report.

(54) Title: INK JET PRINTER



(57) Abstract

A printhead (1) for an ink jet printer includes a chamber (5) for containing marking fluid fed to the head in use. A plurality of orifices (8) open from the chamber (5), a marking fluid being emitted in use through the orifices (8). A corresponding plurality of actuators are provided. Each actuator comprises an arm (12) having at one end means for selectively opening and closing a respective orifice (8); a magnetic circuit (12, 13, 14, 15) of which the arm (12) forms a side; and one or more coils (14) for selectively inducing a magnetic flux in the circuit in order to move the arm (12) between a position in which it closes the respective orifice (8) and a position in which it opens the orifice (8).

**FOR THE PURPOSES OF INFORMATION ONLY**

Codes used to identify States party to the PCT on the front pages of pamphlets publishing international applications under the PCT.

AT	Austria	GB	United Kingdom	MR	Mauritania
AU	Australia	GE	Georgia	MW	Malawi
BB	Barbados	GN	Guinea	NE	Niger
BE	Belgium	GR	Greece	NL	Netherlands
BF	Burkina Faso	HU	Hungary	NO	Norway
BG	Bulgaria	IE	Ireland	NZ	New Zealand
BJ	Benin	IT	Italy	PL	Poland
BR	Brazil	JP	Japan	PT	Portugal
BY	Belarus	KE	Kenya	RO	Romania
CA	Canada	KG	Kyrgyzstan	RU	Russian Federation
CF	Central African Republic	KP	Democratic People's Republic of Korea	SD	Sudan
CG	Congo	KR	Republic of Korea	SE	Sweden
CH	Switzerland	KZ	Kazakhstan	SI	Slovenia
CI	Côte d'Ivoire	LI	Liechtenstein	SK	Slovakia
CM	Cameroon	LK	Sri Lanka	SN	Senegal
CN	China	LU	Luxembourg	TD	Chad
CS	Czechoslovakia	LV	Latvia	TG	Togo
CZ	Czech Republic	MC	Monaco	TJ	Tajikistan
DE	Germany	MD	Republic of Moldova	TT	Trinidad and Tobago
DK	Denmark	MG	Madagascar	UA	Ukraine
ES	Spain	ML	Mali	US	United States of America
FI	Finland	MN	Mongolia	UZ	Uzbekistan
FR	France			VN	Viet Nam
GA	Gabon				

INK JET PRINTER

The present invention relates to ink jet printers of the drop-on-demand type and, more particularly, to  
5 printheads for printers of this type.

In our GB-B-2134452, there is shown and described, a printhead in which a plurality of orifices are individually opened and closed by solenoid-actuated, wire-pulled closures. Locating the solenoids remote from the closures  
10 enables a fairly close spacing of the nozzles to be achieved. In the type of printhead shown in GB-B-2192590 (amongst others), which is a development of this system, individual nozzles are opened and closed by closure members on the end of rod-like magnetic armatures which are  
15 directly driven by respective coils. A problem with this design is that of nozzle spacing, resulting from the diameter of the coils/solenoids used to drive the armatures. If the solenoids are to be sufficiently strong and quick in pulling open the nozzles (hence of significant  
20 diameter) and if significant solenoid crosstalk is to be avoided (hence spaced well apart), then the nozzles cannot be located as closely as desired.

The present has the object, amongst others, of enabling a very close nozzle spacing to be achieved,  
25 without loss of opening power/speed.

According to the present invention there is provided a printhead for an ink jet printer, the printhead including  
a chamber for containing marking fluid fed to the head  
in use;

30 a plurality of orifices opening from the chamber and through which a marking fluid can be emitted in use; and,  
a corresponding plurality of actuators, each comprising an arm having, at one end, means for selectively opening and closing a respective orifice, a magnetic  
35 circuit of which the arm forms a side, and one or more coils for selectively inducing a magnetic flux in the circuit in order to move the arm between a position in

which it closes the respective orifice and a position in which it opens the orifice.

The arm is moved by the induction of the magnetic flux between a position in which a gap is formed between part of the arm and the magnetic circuit and a position in which it closes the magnetic circuit.

Preferably, the arm is formed from spring steel and is mounted in cantilever fashion, flexing under the influence of the applied magnetic flux to open the orifice. The rest of the magnetic circuit is preferably substantially U-shaped.

The arm may vary in width, having a relatively narrow portion in order to provide suitable flexing characteristics, and a relatively wider portion in order to provide a low reluctance path in order to produce the desired degree of flux linking to the part of the circuit on the side of the arm adjacent the gap. A magnetic plate forming part of the magnetic circuit may extend over the narrower portion of the arm where the flexing chiefly occurs and partially over the wider portion in order to enable the required degree of flux linking between the portion of the circuit adjacent the fixed end of the arm and the wider portion of the arm.

In an alternative construction, the arm carries a magnetic plate which is attracted to the adjacent portions of the magnetic circuit on application of current to the coil or coils.

Preferably, the U-shaped portion of the circuit has a pair of coils, one mounted on each leg of the U. This enables adjacent actuators to be more closely spaced as each coil can be smaller in diameter than would be the case if a single coil were to be used and thus maximises copper volume thereby minimising copper losses.

The closeness of the orifices (which is dependent on the coil spacing) can also be improved by having the portion of the arm which closes the orifice extend beyond the leg of the U, so that, if adjacent actuators extend on



opposite sides of the line of nozzles, the nozzles can be more closely located as the coils will be staggered and thus more closely "packed". The actuators may also be flared out from the nozzles to allow maximisation of coil diameter and to minimise spacing.

It is advantageous if the size of the gap between the leg of the circuit and the arm can be adjusted and this can be provided by allowing the leg to be moved axially, through the coil (if there is one) which surrounds it, relatively to the arm.

The adjustment of the leg may be provided by a rod movable relative to the remainder of the circuit or else by allowing the circuit to flex to accommodate such axial movement of the leg as is required.

An example of a printhead according to the present invention will now be described with reference to the accompanying drawings in which:-

Figure 1 is a partially cut-away isometric view through the printhead;

Figure 2 is a complex planar section through the printhead; and

Figures 3 and 4 are cross-sections through the printhead showing an actuator in respectively closing and opening positions.

The printhead 1 comprises a body 2 which has a topplate 3 and a bottom plate 4. Between the plates 3 and 4 is defined a chamber 5 in which are located plural coils of plural actuators as will be described further below. A closure plate 6 is mounted on the bottom plate 4 and defines a chamber 7 to which a marking fluid such as ink is directed in use from a reservoir under pressure. A row of nozzles 8, each of which comprises a channel 9 in the cover plate 6 and an orificed jewel 10, allow ink to pass from the chamber for printing.

Closing each of the nozzles 8 is a synthetic rubber valve member or closure 11 which is mounted on the end of a spring steel, cantilevered, arm 12. Each arm 12 is held

in a cantilevered position between the bottom plate 4 and cover plate 6 and is engaged at its fixed end by a magnetic core 13, around which is positioned a first coil 14. The end of the core 13 remote from the arm 12 is disposed in a flat magnetic plate 15 and, spaced from the first core 13, and passing through the magnetic plate 15, there is disposed a second core 16, around which is provided a second coil 17. Each core 16 has a screw-threaded portion 18 by means of which the axial position of the core 16 is adjustable within the chamber 5, the screw-threaded portion 18 engaging a corresponding screw thread in the top plate 3.

The end of the second core 16 remote from the screw thread 18 is disposed closely adjacent the arm 12 as is best seen in Figure 3. The end of the core 16 is formed with a shaped portion 19 at the point at which the core 16 passes through the bottom plate 4 and into the chamber 7. This enables an O-ring 20 to seal the core 16 and thus avoid ink in the chamber 7 passing into the chamber 5. A second magnetic plate 21 is disposed closely around the end 22 of the core 13 and extends over the arm 12, closely spaced therefrom.

As is best seen in Figure 2, each of the arms 12 has a non-uniform width and has portions 121-124 of different width which will now be described.

The portion at 121 of the arm 12 remote from the respective nozzle 8 is the narrowest portion and extends into a part circular portion 125 which closely surrounds the first core 13. This in turn extends into a portion 122 which is the main area of flex of the arm 12 in use. This in turn extends into a wider portion 123 which in turn leads to a narrower portion 124 on the end of which the rubber closure member 11 is mounted over the nozzle 8. As is clearly illustrated in Figure 2, the magnetic plate 21 overlies the flexing portion 122 of the arm 12 and partially overlies the wider portion 123. This enables magnetic flux in the circuit of the actuator (which is

formed by the core 16, the magnetic plate 15, the core 13 and the plate 21 and arm 12) to link effectively between the remainder of the circuit and the arm 12, the required degree of flex thus not being reduced as would be the case if the portion 123 extended over the length of the arm 12.

In use, when current is applied through the coils 14 and 17, the arm 12 is attracted towards the end of the core 16, lifting the closure 11 from the jewel 10 as shown in Figure 4. Ink under pressure is then emitted as indicated in Figure 4, through the nozzle 8, for printing.

As can be seen from Figures 1 and 2, adjacent nozzles 8 have respective arms 12 which extend in opposite directions, enabling the coils 14 and 17 of adjacent actuators on each side of the row of nozzles to be closely spaced and therefore enabling the nozzles themselves to be more closely spaced than would be the case if all the actuators extended from the same side of the row of nozzles. This increase in the "packing" density of the coils is further enhanced by providing split coils, i.e. two coils 14 and 17, one on each core 13, 16, rather than a single core, although in certain embodiments a single coil may be appropriate.

Adjustment of the axial position of the core 16 can be used to determine the degree of opening of the nozzle 8, but a separate back stop, not shown, may be provided, for example immediately behind the closure 11.

The dimensions of the chamber 7 may be carefully chosen, depending upon the physical properties of the marking fluid, to provide damping to the motion of the arm in use.

Although the example shows that the magnetic circuit of each actuator is formed from discreet components, the two cores 13, 16, and the two magnetic plates 15 and 21, it is envisaged that a one-piece laminated component might be used in place of this, in which case the equivalent of the plate 15 may be allowed to flex to accommodate axial

movement of the branch of the circuit closer to the nozzle,  
for adjustment of the opening and closing of the nozzle.

CLAIMS

1. A printhead (1) for an ink jet printer, the printhead (1) including
- 5 a chamber (5) for containing marking fluid fed to the head in use;
- a plurality of orifices (8) opening from the chamber (5) and through which a marking fluid can be emitted in use; and,
- 10 a corresponding plurality of actuators, each comprising an arm (12) having, at one end, means for selectively opening and closing a respective orifice (8), a magnetic circuit (12,13,14,15) of which the arm (12) forms a side, and one or more coils (14) for selectively
- 15 inducing a magnetic flux in the circuit in order to move the arm (12) between a position in which it closes the respective orifice (8) and a position in which it opens the orifice (8).
- 20 2. A printhead (1) according to claim 1, wherein the arm (2) is formed from steel and is mounted in cantilever fashion, flexing under the influence of the applied magnetic flux to open the orifice (8).
- 25 3. A printhead (1) according to claim 1 or claim 2, wherein the part of magnetic circuit (13,14,15) not including the arm is substantially U-shaped.
4. A printhead (1) according to claim 1, claim 2 or claim
- 30 3, wherein the arm (12) varies in width, having a relatively narrow portion in order to provide suitable flexing characteristics, and a relatively wider portion in order to provide a low reluctance path in order to produce the desired degree of flux linking to the part of the
- 35 circuit on the side of the arm (12) adjacent the gap.

5. A printhead (1) according to any of the preceding claims, further comprising a magnetic plate (21) forming part of the magnetic circuit which extends over the narrower portion of the arm (2) and partially over the wider portion in order to enable the required degree of flux linking between the portion of the circuit adjacent the fixed end of the arm and the wider portion of the arm.

6. A printhead (1) according to any of claims 1 to 4, wherein the arm (12) carries a magnetic plate which is attracted to the adjacent portions of the magnetic circuit on application of current to the coil or coils.

7. A printhead (1) according to any of claims 3 to 6, wherein the U-shaped portion of the circuit has a pair of coils (14,17), one mounted on each leg (13,16) of the U.

8. A printhead (1) according to any of claims 3 to 7, wherein the portion of the arm which closes the orifice extends beyond the leg of the U.

9. A printhead (1) according to any of the preceding claims, wherein the actuators flare out from the nozzles (8).

10. A printhead (1) according to any of the preceding claims, wherein the gap between the leg (13) of the circuit and the arm (12) can be adjusted by axial movement of the leg.

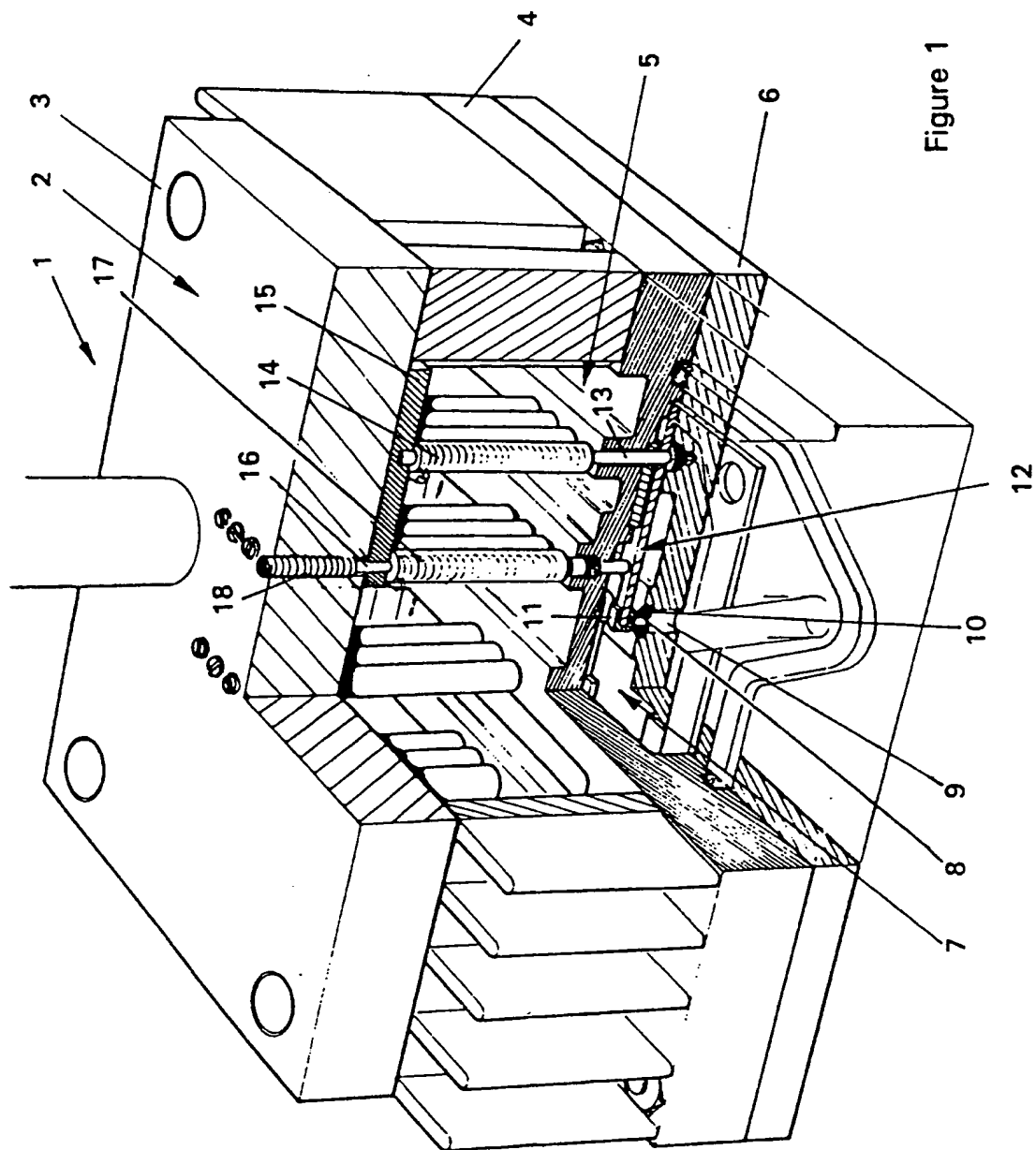


Figure 1

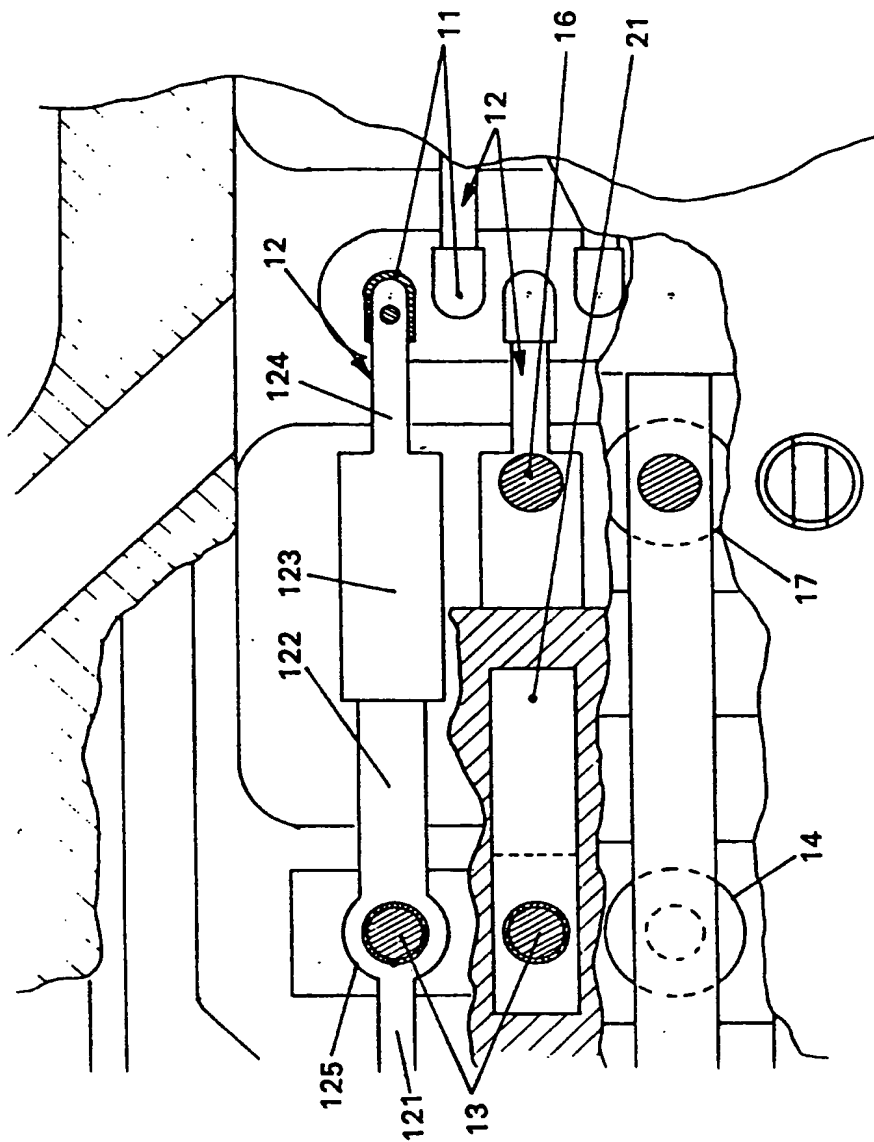


Figure 2



3/3

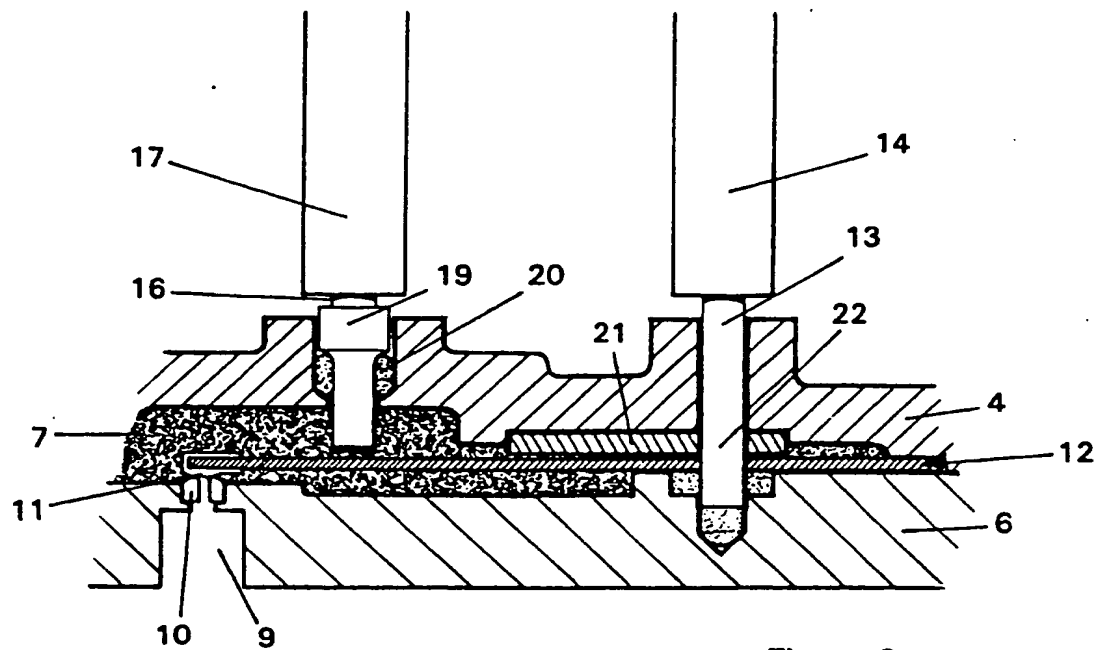


Figure 3

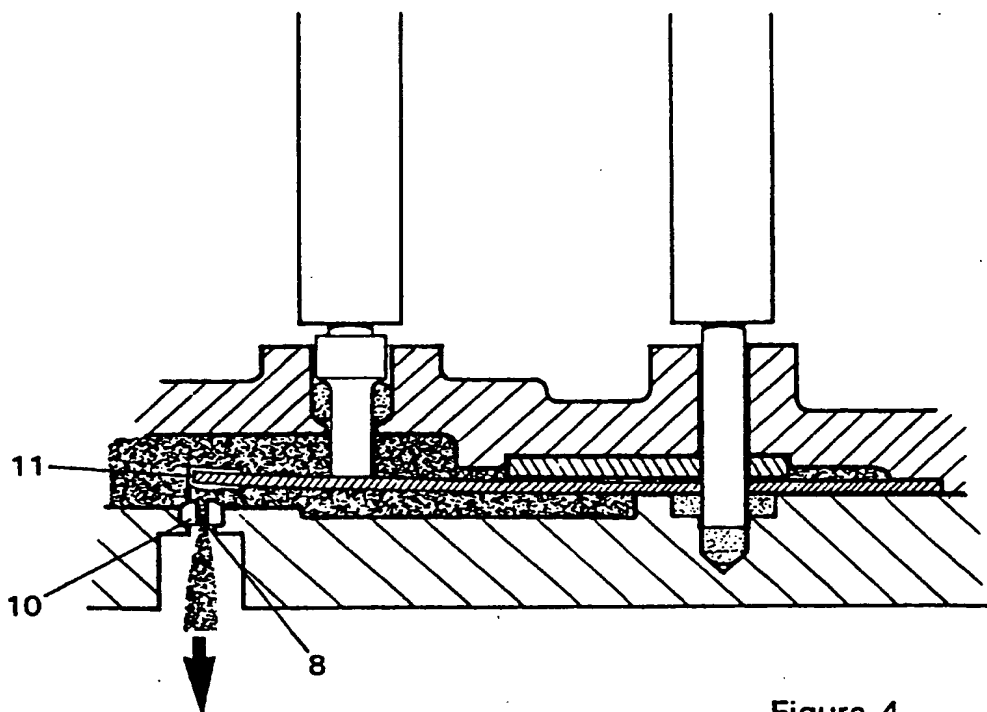


Figure 4

SUBSTITUTE SHEET

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/GB 94/00155

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 5 B41J2/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 5 B41J

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US,A,5 126 755 (SHARPE ET AL.) 30 June 1992 see the whole document ---	1
X	GB,A,2 192 590 (MARKPOINT SYSTEM AB) 20 January 1988 cited in the application	1,3,8,9
Y	see the whole document ---	2,4-7,10
Y	EP,A,0 510 648 (IVRY, YEHUDA) 28 October 1992 see column 5, line 45 - column 6, line 19; figure 5 ---	2,4
Y	US,A,4 336 544 (DONALD ET AL.) 22 June 1982 see claim 5; figures 1,2,3 ---	2,5,6
	--- -/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

14 April 1994

Date of mailing of the international search report

02. 05. 94

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+ 31-70) 340-3016

Authorized officer

Joosting, T

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/GB 94/00155

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 8, no. 270 (M-344) (1707) 11 December 1984 & JP,A,59 142 163 (CANON K.K.) 15 August 1984 see abstract -----	7
Y	DE,A,24 41 496 (OLYMPIA WERKE AG) 22 January 1976 see column 5, line 21 - column 6, line 22; figure 5 -----	10
A	US,A,4 674 896 (YASUNAGA ET AL.) 23 June 1987 see column 2, line 29 - line 31 -----	5,6

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

information on patent family members

Int. Application No

PCT/GB 94/00155

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US-A-5126755	30-06-92	AU-B- 641890	30-09-93
		AU-A- 1285492	01-10-92
		EP-A- 0506232	30-09-92
		JP-A- 5077442	30-03-93
GB-A-2192590	20-01-88	SE-B- 455015	13-06-88
		DE-A- 3722740	21-01-88
		FR-A- 2601750	22-01-88
		JP-A- 63069655	29-03-88
		SE-A- 8603123	16-01-88
		US-A- 4736774	12-04-88
EP-A-0510648	28-10-92	US-A- 5164740	17-11-92
		CA-A- 2066838	25-10-92
US-A-4336544	22-06-82	JP-C- 1461735	14-10-88
		JP-A- 57077581	14-05-82
		JP-B- 63008911	25-02-88
DE-A-2441496	22-01-76	NONE	
US-A-4674896	23-06-87	NONE	